التأكيد الجزيئي لنيماتودا تعقد جذور التين (*Meloidogyne incognita*) ومكافحتها كيميائياً بالتكامل مع مستحضرات فطرية وبكتيرية

باسل حسن كندوح[1]، فراس علي أحمد[1*] ومحمد حمدان الدراجي[2]

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الكوفة، النجف الاشرف، العراق؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة ميسان، ميسان، العراق.

[*]البريد الالكتروني للباحث المراسل: firasa.alrekby@uokufa.edu.iq

الملخص

كندوح، باسل حسن، فراس علي أحمد ومحمد حمدان الدراجي. 2025. التأكيد الجزيئي لنيماتودا تعقد جذور التين (*Meloidogyne incognita*) ومكافحتها كيميائياً بالتكامل مع مستحضرات فطرية وبكتيرية. مجلة وقاية النبات العربية، 43(3):336–343.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001337

أجريت الدراسة في أحد بساتين التين (*Ficus carica*) في منطقة بني مسلم في محافظة بابل وسط العراق خلال موسمي 2022 و 2023، بهدف تقييم كفاءة المعاملة الإفرادية بمبيدي النيماتودا Oxamyl، Imicyfose ومستحضر التسميد الأحيائي Biohealth في خفض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne incognita*) وتحسين الحاصل على أشجار التين، مقارنة بنفس المعاملات المعززة بالرش بمبيد الأوكزاميل (Oxamyl) خلال موسم النمو. تمّ تشخيص نيماتودا التعقد مظهرياً بالنمط العجاني (Perineal pattern) للإناث البالغة والذي تم تأكيده بالتشخيص الجزيئي بواسطة اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الذي نجح في مضاعفة الحمض النووي DNA حتى مع تركيزه القليل المستخلص من يافعة J_2 واحدة. أظهرت نتائج فحص نواتج PCR للحمض النووي المضاعف في قاعدة بيانات NCBI تطابق تسلسله الوراثي بنسبة 100% مع النوع *M. incognita* المسجلة في قاعدة بيانات بنك الجينات تحت رقم ادخال NC-024097.1. بينت نتائج التجربة الحقلية كفاءة جميع المعاملات في خفض مجتمع نيماتودا التعقد على الرغم من اختلاف كفاءة تأثيرها. سجّلت أعلى نسبة خفض لكثافة *M. incognita* في جذور وتربة التين في معاملة المعزز الأحيائي Biohealth المنفردة (58%) أو المتداخلة مع الرش بـ 67% خلال الموسم الأول، والتي ازدادت إلى 66 و 78% في الموسم الثاني، على التوالي. سجلت معاملة التربة في بداية الموسم بمبيد Oxamyl خفضاً في كثافة النيماتودا بنسبة تراوحت بلغت 55.9% في المعاملة المنفردة لتصل إلى 73.4% عند التداخل مع Oxamyl الورقي في الموسم الثاني. لوحظ عموماً أن المبيد Imicyfose كان أقلّ كفاءة نسبياً، إلا أنه سجّل أيضاً خفضاً في كثافة نيماتودا التعقد خلال الموسمين بنسبة 54 إلى 56% في المعاملة المنفردة و 59 و 70% بالتداخل مع الرش بـ Oxamyl للموسمين، على التوالي. أدت جميع المعاملات إلى زيادة نسبية في وزن 100 ثمرة، والتي تراوحت من 28 و 32% في معاملات Imicyfose إلى 42 و 45% في معاملات Biohealth بوجود الرش الورقي بـ Oxamyl للموسمين، على التوالي.

كلمات مفتاحية: تعقد الجذور، نيماتودا النبات، مقاومة حيوية، التين، المعزز الحيوي.

المقدمة

يعدّ التين (*Ficus carica* L.) من الأشجار المثمرة الموسمية المهمة في مناطق مختلفة من العراق بتعداد ارتفع من 399,538 شجرة في عام 2010 إلى 413,434 شجرة في عام 2019 (I.C.S.O., 2019). وتعد منطقة بني مسلم أحد أهم مناطق إنتاج التين في بابل بعدد أشجار يقارب 50 ألف شجرة منتجة. وفي السنوات الأخيرة، بات مزارعو التين في مناطق الفرات الأوسط عموماً وفي منطقة بني مسلم خصوصاً يعانون من قلة الإنتاج وعدم نضج الثمار حتى مع خدمة كبيرة واهتمام أعلى ومستويات تسميد أكثر من المعتاد للحفاظ على إنتاج معين؛ ويعود هذا غالباً إن لم يكن كلياً إلى إصابة جميع بساتين التين في المنطقة بنيماتودا تعقد الجذور (Ferraz *et al.*, 1982؛ McSorley, 1981؛ Luc *et al.*, 2005). أشارت دراسات المسح الحقلي المحلية لنيماتودا تعقد الجذور اعتماداً على مواصفات الشكل المظهري للنمط العجاني إلى انتشار الاصابة بنيماتودا التعقد (*Meloidogyne incognita*) في بساتين التين في هذه المنطقة (الزبيدي، 2022؛ العيساوي، 2018). وعلى االرغم من خيارات المكافحة المتوفرة إلا أن المزارعين لايتبنون أياً من تطبيقات المكافحة الكيميائية لأكثر من موسم واحد. حيث عند تحسن الحاصل

https://doi.org/10.22268/AJPP-001337
©2025 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

والنمو بعد مكافحة واحدة للموسم يعتقد أغلب المزارعين أن العلاج قد حقق الهدف دون الحاجة لتكرار العلاج. فتعود النيماتودا للزيادة وإحداث الضرر في العام اللاحق بعد فوات الأوان لأيٍّ من تطبيقات المكافحة لتقليل الخسائر. عموماً فإن خيارات المكافحة الكيميائية لنيماتودا النبات الطفيلية في العراق محدودة بعدد قليل من المبيدات، وأهمها Vydate (Oxamyl) و Nemakick (Imicyfos) و Velum (Flupyram) وأحياناً Abamectin و Garland المصنع من مستخلص الثوم مع اليوكالبتوس (دائرة وقاية المزروعات، 2022). كما وجد مؤخراً أن استخدام المغذيات ومستحضرات التسميد العضوي كمستخلص الأعشاب البحرية (SWE) (Sultana *et al.,* 2009؛ De Waele *et al.,* 1988؛ Whapham *et al.,* 1994)، ومستحضرات أحيائية مع توليفة أحماض عضوية، مثل المعزز الحيوي BioHealth (Labiadh *et al*., 2023؛ Nosheen *et al*., 2021)، كانت ذات كفاءة مقبولة في تحسين نمو النبات وتقليل تأثير الإصابة بنيماتودا التعقد (*Meloidogyne* spp.).

هدفت الدراسة إلى تأكيد التشخيص المظهري لنيماتودا التعقد المرافقة لجذور التين بالتشخيص الجزيئي بتقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR). كما هدفت الدراسة إلى خفض الاصابة بنيماتودا التعقد وزيادة حاصل التين.

مواد البحث وطرائقه

التشخيص المظهري بالنمط العجاني (Perineal Pattren, RKN)

جمعت عينات جذور التين المصابة بنيماتودا التعقد (*Meloidogyne* spp.) من 10 أشجار من موقع التجربة بواقع ثلاث عينات لكل شجرة تين، جلبت إلى مختبر النيماتودا في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الكوفة. غسلت الجذور المصابة بعناية بتيار ماء خفيف ثم قطعت كل عينة إلى 2–3 سم ووضعت تحت مجهر التشريح، لملاحظة منطقة العقدة وتحديد موقع كيس البيض وإزالة كيس البيض بحذر وتمزيق الجذر بحذر حول إناث نيماتودا التعقد لحين ظهور نهايتها الخلفية واضحة ثم إزالة الجذر حولها بصورة دقيقة. بعدها تمّ استخراج أنثى النيماتودا باستخدام إبرة التشريح والملقط الناعم. وضعت العينة (الأنثى البالغة) في قطرة من المحلول الملحي المتعادل (Normal saline) في الشريحة الزجاجية، ثم قطع جزء الثلث الخلفي من جسم الأنثى الحاوي على الجهاز التناسلي (مقطع النمط العجاني الكامل) بواسطة شفرة الحلاقة، ونُقل الجزء المقطوع إلى شريحة جديدة للتشريح في قطرة من حمض اللاكتيك لتنظيفه من بقايا الأحشاء. نقل المقطع إلى شريحة جديدة مع قطرة صغيرة من الجلسرين وبعد التأكد من وضع المقطع في القطرة بحيث يكون جزؤه الخارجي للأعلى. فحص النموذج تحت المجهر الضوئي المركب تحت تكبير 400X لتحديد نوع Perineal pattern للإناث البالغة (Hartman & Sasser, 1987؛ Taylor & Netscher, 1874).

استخلاص الحمض النووي وتفاعل البلمرة المتسلسل PCR

تم استخلاص الحمض النووي DNA الممثل للنيماتودا المعزولة من العقد المشخصة على نبات التين بأخذ خمس يافعات J_2 واستخدام عدة الاستخلاص باتباع طريقة العمل الموصوفة من الشركة المنتجة (Favorgen Bio-tech Corp., Ping Tung, Taiwan). تم استخدام جهاز المطياف الضوئي (NanoDrop 2000) لتقدير كمية وتركيز الحمض النووي DNA. استخدم البادئان:

ICF: 5′-TGCTATGATTTCTATTGCAACTTTAGGCTGC TGCCCGACAACCA-3’
ICR: 5′-TTCAGCTACTATAATTATCGCTGTCCCTGTG ATCGCGCTTCTCGTT-3′

لمضاعفة المنطقة الوراثية COX1. أجري تفاعل البلمرة المتسلسل لعملية المسخ الأولي لـ 5 دقائق عند حرارة 98°س متبوعاً بـ 36 دورة لمدة 40 ثانية عند حرارة 94°س. ثم التحام البوادئ لمدة 40 ثانية عند حرارة 55°س متبوعاً بالاستطالة لدقيقة واحدة عند حرارة 72°س وكانت الاستطالة النهائية لخمس دقائق عند حرارة 72°س، بعدها تم ترحيل ناتج تفاعل البلمرة في هلام الأجاروز بتركيز 1.5% المعامل بالصبغة الخضراء الآمنة. بعدها تمت مشاهدة وتصوير الحزم تحت الأشعة فوق البنفسجية (Poon *et al.*, 2017). تمّ ارسال الحمض النووي المضاعف إلى شركة Macrogen في كوريا الجنوبية لتحديد التسلسل النيوكليوتيدي، وتمت مقارنته بالتسلسل النيوكليوتيدي للمنطقة الجينية المشابهة لجنس النيماتودا *Meloidogyne* الذي تم الحصول عليه من قاعدة بيانات بنك الجينات الدولي NCBI وباستخدام برنامج BLAST. تم مراصفة تسلسلات القواعد الآزوتية باستخدام برنامج DNA Baser.

التجربة الحقلية

تم إجراء التجربة الحقلية في منطقة بني مسلم في بستان تين موبوء بنيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne incognita*) يحتوي على 160 شجرة تين مزروعة بشكل خطوط بتباعد 4–5 م بجميع الاتجاهات. تم اختيار ثلاثة خطوط متجاورة، يحتوي كل خط على سبع أشجار، لتنفيذ المعاملات بواقع ثلاث أشجار لكل معاملة (مكررات) اختيرت عشوائياً من كل خط. تم أخذ العينات من جذور الأشجار مع التربة المرافقة للجذور بواقع ثلاث عينات من ثلاثة مواقع مختلفة لكل شجرة، جمعت معاً في عينة ممثلة واحدة (250 غ تربة + جذور للعينة). تضمنت المعاملات الشاهد غير المعامل والمعاملات الأرضية التالية: مستحضر التسميد الأحيائي Biohealth بمعدل 200 غ/شجرة، المبيد Nemakick (Imicyfos) بمعدل 160 غ/شجرة و Vydate 10 G (Oxamyl) بمعدل

150 غ/شجرة. كذلك تم اجراء المعاملات نفسها مع تعزيز المعاملة بالرش الورقي بعد شهرين من المعاملة باستخدام Oxamyl رشاً على المجموع الخضري بمعدل 20 مل/شجرة بعدد كلي 21 شجرة. أجريت المعاملات في بداية الموسم الربيعي 2022/2/25 للموسم الأول وفي 2023/2/24 للموسم الثاني.

تمّ أخذ مقاييس الإصابة اعتماداً على كثافة النيماتودا (بيوض ويافعات) في 1غ جذور و 100 مل تربة مرافقة للجذور. تمّ تسجيل الكثافات قبل المعاملة مباشرة وعند الجني في 25 حزيران/يونيو من كل موسم. تم استخلاص الجذور لجمع بيض ويافعات *M. incognita* بطريقة محلول القاصر (هيبوكلوريت الصوديوم) والطرد المركزي (Hussey & Barker, 1973)، كما تم استخلاص النيماتودا من التربة المرافقة للجذور بطريق التعويم والطرد المركزي (Southey, 1986).

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

تمّ توزيع المعاملات في التجربة حسب تصميم القطاعات العشوائية الكامل (RCBD) تضمنت سبع معاملات بثلاثة مكررات بعدد أشجار كلي (وحدات تجريبية) مكون من 21 شجرة. حلّلت بيانات التجربة الحقلية إحصائيا باستخدام برنامج GenStat 12 (VSN, 2009) للتحليل الإحصائي. كما تمت مقارنة المتوسطات بطريقة أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 (الراوي وخلف الله، 2000).

النتائج والمناقشة

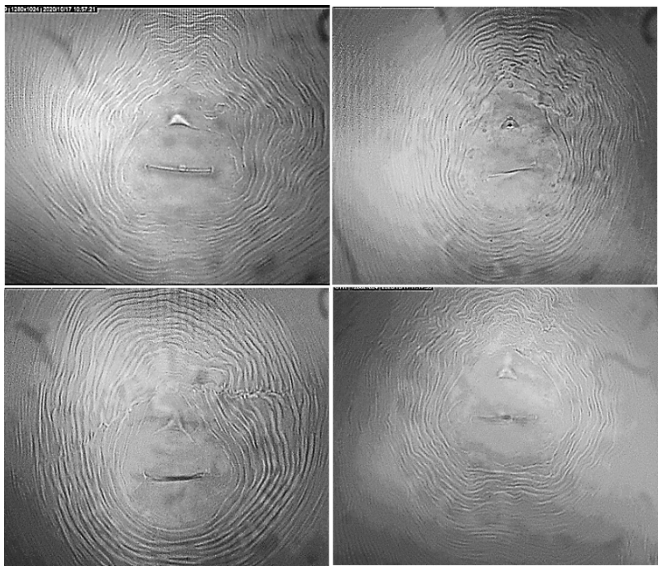
التشخيص المظهري لنيماتودا تعقد الجذور على التين

بينت نتائج التشخيص المظهري للنمط العجاني مطابقة النماذج لنيماتودا التعقد (*Meloidogyne incognita*)، حيث لوحظ القوس الظهري متوسط إلى عالي الارتفاع في الأنماط البيضوية والمتطاولة مع ظهور شكل الأكتاف الضيقة وأحياناً العريضة مع تموج خفيف إلى متوسط العمق، أو نمط ضيق متطاول ونهاية ذيلية مميزة. احتوت أغلب الأنماط على تخططات متموجة باتجاه الفتحة التناسلية، كما وجد النمط الدائري القياسي الذي تميز بانخفاض القوس الظهري قريباً من النهاية الذيلية مع تخططات ناعمة ذات تموجات خفيفة. لم تظهر جميع الأشكال منطقة الحقل الجانبي. عموماً، ظهرت خطوط الكيوتكل مع الأشكال عميقة التخطط وقليلة التموج وبشكل متعرج وكانت الخطوط متقطعة عموماً ومتواصلة أحيانا (شكل 1).

أظهرت نتائج الدراسة أن النوع نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne incognita*) كان النوع الوحيد والسائد على جذور أشجار التين في عينات بستان التجربة. عموماً، ينتشر النوع *M. incognita* من نيماتودا تعقد الجذور في المناطق معتدلة الحرارة والحارة نسبيا (Taylor & Sasser, 1978) ويسبب خسائر اقتصادية في المزارع والبساتين الموبوءة. سجل هذا النوع من نيماتودا التعقد في العراق على محاصيل مختلفة وكذلك على الخضروات والبقوليات وحتى في البيوت المحمية (اسطيفان وأبو غربية، 2010)، ويعود هذا الانتشار غالباً إلى العوامل البيئية وأنماط الزراعة ونوع التربة وطريقة الري والتي تلائم زيادة أعداد هذه النيماتودا بكثافات عالية وانتشارها إلى مناطق واسعة.

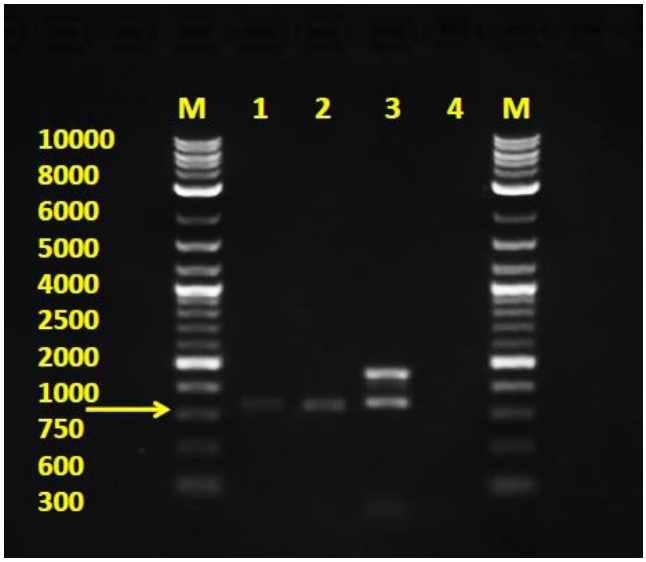
التأكيد الجزيئي لنيماتودا تعقد الجذور على التين

بينت نتائج التشخيص الجزيئي لنيماتودا التعقد قيد الدراسة (شكل 2) أن التسلسل الوراثي المستحصل عليه في هذه الدراسة والذي أعطي رقم إدخال NC-024097.1، أظهر تشابه 100% مع *Meloidogyne incognita* المسجلة مسبقاً في قاعدة البيانات NCBI. كما أظهرت نتائج الترحيل الكهربائي أن تفاعل البلمرة المتسلسل كان ناجحاً في تضخيم الحمض النووي حتى مع تركيز منخفض من الـ DNA المستحصل عليه من عدد قليل من اليافعات.



شكل 1. مظهر النمط العجاني لمؤخرة الإناث البالغة لنيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne incognita*) في عينات جذور التين المصابة في البستان قيد الدراسة إذ يظهر فيها القوس الظهري للنمط العجاني معظم الأحيان متوسط إلى عالي الارتفاع يحيط عن قرب بالنهاية الذيلية مع ظهور خفيف إلى متوسط التموج.

Figure 1. The perineal pattern of adult females of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in samples of infected fig roots collected from the orchard under study, showing the perineal pattern with medium high dorsal arch closely surrounding the tail terminus, with smooth striae also observed.



شكل 2. الترحيل الكهربائي لنواتج تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) للحمض النووي المستخلص من نيماتودا تعقد جذور التين. M= سلم الحجم الجزيئي للحمض النووي (10000 bp)،1 و 2= يافعة واحدة J_2 من *Meloidogyne incognita*، 3= 5 يافعات من *M. incognita*، 4= شاهد سلبي (ماء مقطر معقم فقط).

Figure 2. Electrophoresis gel of PCR products for fig root-knot nematodes DNA. M= DNA ladder (10000bp), 1&2= J2 from *Meloidogyne incognita,* 3= 5 juvenile from *M. incognita*, 4= Negative control (ddH_2O only)

التجربة الحقلية

بدأ معدل كثافات نيماتودا التعقد منخفضاً نسبياً في معاملة الشاهد قبل المعاملة فيما ازداد ليصل إلى أعلى معدل وبفرق معنوي عن المعاملات بالمبيدات أو المستحضرات التجارية المستخدمة. بلغت أعلى نسبة خفض في كثافات النيماتودا عند الجني في معاملة توليفة المستحضر Biohealth مع Oxamyl (78.1%) والتي لم تختلف كثيراً عن معاملة التوليفة Oxamyl الأرضي مع الرش الورقي، تليه معاملة التوليفة Nemakick مع Oxamyl بنسبة خفض 68% في حين أن نسبة الخفض في المعاملات المنفردة كانت بنفس الترتيب وباختلاف طفيف بين Biohealth الذي أدى إلى خفض بنسبة 67% و Oxamyl بنسبة خفض 64% والذي لم تختلف كثيراً عن 61% التي سجلتها معاملة Nemakick (جدول 1).

لوحظ أيضاً أنه في الموسم الثاني لم يختلف تأثير المعاملات كثيراً بالرغم من أن مجتمعات نيماتودا *M. incognita* بدأت بكثافات أقل نسبياً مما هو عليه في الموسم الأول، عدا معاملة الشاهد. عموماً، تراوحت نسبة الخفض بين 56% في معاملة Nemakick و 78% في معاملة Biohealth- Oxamyl بأعلى نسبة خفض في كثافات *M. incognita*.

أظهرت نتائج الدراسة بالنسبة إلى تأثير المعاملات على حاصل التين مقاساً بوزن 100 ثمرة، أن أعلى نسبة زيادة سجلت في معاملة التوليفية Biohealth-F Oxamyl ولكلا الموسمين بزيادة بلغت 42 و 45%، والتي كانت متقاربة مع معاملة المخصب الأحيائي (Biohealth) لوحده التي سجلت 38 و 44% للموسمين، على التوالي (شكل 2). كذلك أظهرت معاملة Oxymal لوحده مضافاً للتربة أو مع الرش الورقي (F Oxamyl) خلال الموسم نفس التأثير تقريباً بنسبة زيادة تراوحت من 32–36%.

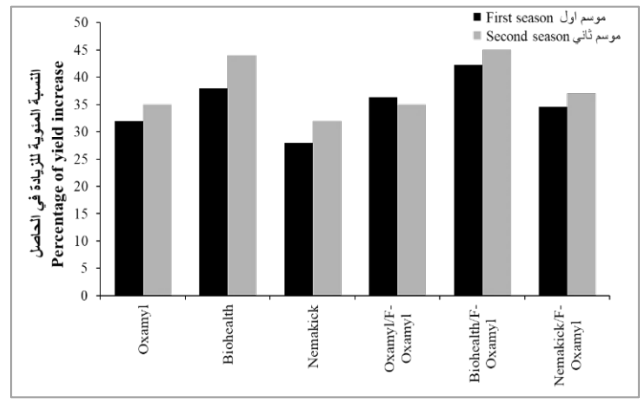
جدول 1. تأثير معاملة أشجار التين بمبيدات النيماتودا والمستحضر الأحيائي في كثافات نيماتودا التعقد (*Meloidogyne incognita*) ونسبة الخفض عن معاملة الشاهد للموسمين 2022 و 2023.

Table 1. The effect of treating fig trees with nematicides and a biological formulation on the reduction of population densities of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* compared *to* the control for the seasons 2022 and 2023.

كثافة البيوض واليافعات في 1 غ جذور و 100 غ تربة للموسم 2023 Eggs and J2 density in 1 g roots and 100 g soil in 2023 season			كثافة البيوض واليافعات في 1 غ جذور و 100 غ تربة للموسم 2022 Eggs and J2 density in 1 g roots and 100 g soil in the 2022 season			
نسبة الخفض % Reduction %	عند الجني At harvest	قبل المعاملة Pre-treatment	نسبة الخفض% Reduction %	عند الجني At harvest	قبل المعاملة Pre-treatment	المعاملات Treatments
	9016.67	6266.67		8482.14	5666.67	الشاهد Control
67.5	2117.00	4533.33	55.9	4504.17	6816.67	Oxamyl
66.2	1850.00	3800.00	58.9	4483.33	7283.33	Biohealth
56.1	3050.00	4833.33	54.2	4641.67	6766.67	Nemakick
73.4	1083.33	2833.33	65.2	3220.00	6180.00	Oxamyl+F-Oxamyl
78.1	1200.00	3816.67	67.6	3562.50	7350.00	Biohealth + F-Oxamyl
70.2	1650.00	3846.67	59.6	4350.00	7200.00	Nemakick+F-Oxamyl
	500.10	793.80		689.00	976.80	$LSD_{0.05}$

*Values are means of three replications

*القيم في الجدول هي متوسط لثلاث مكررات



شكل 3. تأثير معاملة أشجار التين بمبيدات النيماتودا والمستحضر الأحيائي في زيادة حاصل التين المصاب بنيماتودا تعقد الجذور (*M. incognita*) على أساس وزن 100 ثمرة بنسبة الزيادة عن معاملة الشاهد غير المعاملة للموسمين 2022 و 2023.

Figure 3. The effect of treating fig trees with nematicides and a biological formulation on yield increase of figs infected with *M. incognita* based on 100 fruit weight over the untreated control for the seasons 2022 and 2023.

تختلف أهمية أنواع نيماتودا التعقد، وخصوصاً النوعان *M. incognita* و *M. javanica* الأوسع انتشاراً، بتوزيع وانتشار متباين باختلاف العوائل النباتية. فبالرغم من أن الدراسات السابقة أشارت إلى أن *M. javanica* هي الأوسع انتشاراً مع محاصيل الخضر، تعدّ *M. incognita* الأكثر انتشاراً مع أشجار الفاكهة المختلفة ومنها التين (أبو غربية والعزة، 2004؛ أسطيفان وأبو غربية، 2010؛ Stephan, 1988). عموماً، تترتب الأنواع تنازلياً في المنطقة العربية على الشكل التالي: *M. javanica* (57.25%) و *M. incognita* (30%) و *M. arenaria* (25.10%) و *M. hapla* (1.75%) و *M. artiella* (0.5%) (أبو غربية والعزة، 2004)، ولا يختلف هذا كثيراً عن مستوى انتشارها عالمياً (Karssen & Moens, 2006). وقد بين المشروع الدولي لنيماتودا تعقد الجذور أهمية نيماتودا تعقد الجذور (Taylor & Sasser, 1978) والتي اعتبرت من أهم خمس آفات مسببة للأضرار على النباتات في العالم (Sasser & Freckman, 1987). عموماً سجلت نيماتودا التعقد في أغلب الدراسات المسحية استناداً إلى التشخيص المظهري بالنمط العجاني (عياش والسبع، 2014؛ الحكيم ومحمد، 2011). كان تفاعل البلمرة المتسلسل أكثر حساسية ودقة في تأكيد التشخيص المظهري لنيماتودا تعقد الجذور بالرغم من انخفاض تركيز حمض الـ DNA المستخلص من عدد قليل من اليافعات، وهذا يتطلب جهداً أقل مع عدم الحاجة إلى الخبرة الطويلة في مجال تشخيص النيماتودا. ولكن تبقى دقة نتائج التشخيص مرهونة باستخدام طريقتين على الأقل لتأكيد النتائج (أبو غربية وآخرون، 2010). لقد أشارت أغلب الدراسات أن تشخيص نيماتودا التعقد في البحوث المسحية ودراسات الإمراضية يكون مستنداً غالباً إلى خصائص النمط العجاني لإناث نيماتودا التعقد لتحديد الأنواع. كما أن معظم الدراسات المحلية التي استندت إلى تأكيد التشخيص الجزيئي في دراسة إمراضية نيماتودا التعقد لم تعتمد على أهمية إجراء النمط العجاني كتقنية أساسية للتشخيص الأولي.

بالرغم من أن البحث لم يدرس التأثير المحتمل لوجود أنواع نيماتودا أخرى قد تكون مرافقة لجذور التين، وخصوصاً نيماتودا التقرح (*Pratylenchus*) (Hongmei *et al*., 1999) أو النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema*) (Malan & Meyer, 1999) والحلزونية (*Helichotylenchus*) (عبد الله، 2008)، إلا أن مؤشرات الإصابة المسجلة ونقص الحاصل مقارنة بالمعاملات أظهرت التأثير الواضح لنيماتودا التعقد المرافقة لجذور التين في البستان المدروس.

تشير الدراسة إلى إمكانية خفض كثافات نيماتودا التعقد وتحسين أداء أشجار التين ليس فقط باستعمال المبيدات الكيميائية ولكن أيضاً باستخدام مستحضرات التعزيز الحيوي (Biohealth) الحاوية على عوامل بكتيرية وفطرية وأحماض عضوية ومغذيات أخرى. ويتفق هذا ضمنياً مع دراسة Dawabah *et al.* (2019) حيث أمكن خفض كثافة نيماتودا التعقد (*M. javanica*) والتقزم (*Tylenchorhynchus*) والرمحية (*Hoploliamus*) والإبرية (*Longidorus*) والخنجرية (*Xiphinema*) على أشجار الجوافة والتين بالنسبة الأعلى 68% باستعمال عوامل المكافحة الحيوية الفطرية (*Trichoderma harzianum*؛ *Verticillium chlamydosporium*؛ *Purpureocillium lilacinum*) والبكتيريا *Pasteuria penetrans* بالخلط بتوليفات مختلفة مع مخلفات الأبقار والسماد المتحلل أو مخلفات الدواجن وسماد اليوريا مقارنة بنسبة خفض في كثافة الآفات 80% في معاملة المبيد Carbofuran 10G. كما بينت نفس الدراسة أن بعض توليفات المعاملات الحيوية كانت أحياناً أعلى من المبيد في عدد الثمار الناتجة (Dawabah *et al*., 2019).

إن محتويات المخصب الحيوي Biohealth، التي شملت Humic acids بنسبة 75% و *Trichoderma harzianum* و *Bacillus subtilis* بنسبة 10%، الطحالب البحرية 5%، البوتاسيوم 11%، والبورون 15 مغ/كغ، قد تكون لعبت دوراً ليس فقط في تغذية النبات وإنما في امكانية استحثاث المقاومة الجهازية للنبات (Lee *et al.*, 2016). إن مكونات المخصب الحيوي المستخدم في الدراسة عملت كمبيدات حيوية طبيعية ضدّ العديد من المسببات المرضية ومن ضمنها نيماتودا النبات بتكاليف أقل وبدون تأثيرات سلبية على صحة الانسان والبيئة (Nosheen *et al.*, 2021؛ Jamshidnejad *et al*., 2013؛ Ennab, 2016؛ Qiuhong *et al*., 2006؛ Wani, 2015).

تؤكد هذه الدراسة على ما أشارت إليه دراسات كفاءة مبيدات النيماتودا Oxamyl و Imicyfose في خفض الاصابة بنيماتودا التعقد (*Meloidogyne* spp.) على محاصيل مختلفة مثل الخيار، الباذنجان،

الفجل والأشجار المثمرة. ففي دراسة حقلية على الخيار أظهر مبيد Nemakick فاعلية في خفض يافعات وفقس بيض نيماتودا (*Meloidogyne javanica*) بنسبة تراوحت بين 75 و 45% عند استخدام المبيد بجرعة 10 و 2.5 كغ/هكتار، على التوالي (Abootorabi & Hamidi, 2018). كما تتفق النتائج مع دراسة سابقة في تجربة البيوت البلاستيكية على نبات الباذنجان المصاب بنيماتودا *Meloidogyne incognita*، حيث سجل المبيد Fluopyram أعلى كفاءة في خفض مجتمع النيماتودا بنسبة 87.5% مقارنة بقبل المعاملة والشاهد (Ismail *et al.*, 2019). كما أشارت هذه الدراسة إلى كفاءة التشخيص الجزيئي باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل PCR في تأكيد التشخيص المظهري لنيماتودا التعقد بالنمط العجاني. بالرغم من كفاءة جميع المعاملات في خفض مجتمع نيماتودا التعقد على التين إلا أن أفضل النتائج كانت في معاملة التكامل بين الـ Biohealth مع الـ Oxamyl.

Abstract

Kandouh, B.H., F.A. Ahmed and M.H. Aldarraji. 2025. Molecular Confirmation of Figs Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* and its Chemical Control Integrated with Fungal and Bacterial Formulation. Arab Journal of Plant Protection, 43(3):336-343. https://doi.org/10.22268/AJPP-001337

This study was conducted in one of fig orchards in Bani Muslim region of Babil, central Iraq, for the seasons of 2022 and 2023, to evaluate the efficiency of the single treatment with Oxamyl, Imicyfose or the Biohealth fertilizer in reducing root-knot nematode (RKN) *Meloidogyne incognita* infection and improving figs yield compared to the same treatments followed foliar Oxamyl during the growing season. The nematode was characterized by the adult female perineal pattern, which was confirmed by molecular identification by PCR, which was successful in amplifying the DNA even with a small concentration of one J2 juvenile DNA. The results of amplified DNA sequence showed 100% genetic sequence similarity with *M. incognita* registered in the GenBank database compared with reference accession number# NC-024097.1 according to the NCBI. The results of the field experiment showed that the efficiency of all treatments in reducing nematodes density increased despite the differences among treatments. The highest reduction in *M. incognita* density in fig roots and soil combined was recorded in the treatment of Biohealth by 58 and 67% where applied alone or followed by foliar Oxamyl during the first season, which increased to 66 and 78% in the second season, respectively. Ground treatment with Oxamyl decreased nematode density by 55.9% in the single treatment to 73.4%, followed by foliar Oxamyl in the second season. It is generally noted that Imicyfose was relatively less efficient, but it also reduced *M. incognita* density by 54 to 56% in the single treatment and by 59 and 70% with the following foliar Oxamyl treatment, respectively. All the treatments lead to a relative increase in the weight of 100 fruits, at least by 28 and 32% in Imicyfose to the highest by 42 and 45% in Biohealth treatments, enhanced with foliar Oxamyl in the two seasons, respectively.

Keywords: Root-knot, plant nematodes, biological control, figs.

Affiliation of authors: *B.H. Kandouh[1], F.A. Ahmed[1*] and M.H. Aldarraji[2]. (1) Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kufa, Najaf, Iraq; (2) Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Misan, Misan, Iraq. [*]Email address of the corresponding author: firasa.alrekaby@uokufa.edu.iq*

المراجع

أبو غربية، وليد وطلب العزة. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 1:22-22.

***[Abou Gharbieh, W. and T. Al-Ezeh**. 2004. Nematodes associated with plants in the Arab countries. Arab Journal of Plant Protection, 22:1-22. (in Arabic)].*

أبو غربية، وليد إبراهيم، سعد أحمد الحازمي، زهير عزيز اسطيفان وأحمد عبد السميع دوابه. 2010. نيماتودا النبات في البلدان العربية. الجزء الأول. الطبعة الأولى. دار وائل للنشر، عمان، الأردن 586 صفحة.

***[Abou Gharbieh, W., S.A. Al-Hazmi, Z.A. Stephan and A.A.S. Dawabah.** 2010. Plant nematodes in Arab countries. Part one. 1st edition. Wael Publishing House, Amman, Jordan. 586 pp (in Arabic)].*

اسطيفان، زهير عزيز ووليد ابراهيم أبو غربية. 2010. نيماتودا تعقد الجذور: الأضرار والخسائر والمكافحة. الصفحات: 293-308. كتاب نيماتودا النبات في البلدان العربية- الجزء الأول. وليد إبراهيم أبو غربية، أحمد سعد الحازمي، زهير عزيز اسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة (معدون). دار وائل للنشر،عمان، الأردن.

***[Stephan, Z.A. and W.I. Abou Gharbieh.** 2010. Root-knot nematode: damage, losses and control. Pp. 293-308 In: Plant Nematodes in Arab Countries. Part One. (W.E. Abou Gharbieh, A.S. AlHazemi, Z.A. Stephan and A.A. Dawabeh (eds.). Wael Publishing House, Amman, Jordan. (in Arabic)].*

الحكيم، أسماء منصور وحسن يونس محمد. 2011. مسح لأنواع نيماتودا تعقد الجذور المصاحبة لنبات الفاصوليا في محافظة نينوى. المؤتمر العلمي الخامس لكلية الزراعة- جامعة تكريت.

***[Al-Hakim, A.M. and H.Y. Muhammad.** 2011. A survey of root-knot nematode species associated with bean plants in Nineveh Governorate. The Fifth Scientific Conference of the College of Agriculture - Tikrit University. (in Arabic)].*

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. كلية الزراعة. الطبعة الثانية. جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جمهورية العراق.

[*Al-Rawi, K.M. and A.A.M. Khalaf Allah. 2000. Design and analysis of agricultural experiments. Faculty of Agriculture. Second Edition. University of Mosul, Ministry of Higher Education and Scientific Research. The Republic of Iraq. (in Arabic)].*

الزبيدي، حسين علي حسين. 2022. مسح حقلي لنيماتودا النبات المرافقة لأشجار التين *Ficus carica* في بعض مناطق الفرات الاوسط وتقييم الخسائر المتسببة عن الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور

References

Ennab, H.A. 2016. Effect of humic acid on growth and productivity of Egyptian lime trees (*Citrus aurantifolia* Swingle) under salt stress conditions. Journal of Agricultural Research, 42(4):494-505. https://doi.org/10.21608/jsas.2016.3057

Ferraz, L.C., F.M. Pereira and J. Valente. 1982. Consideraqoes sobre o use de nematicidas em viveiro visando a recuperacao demudas de *Ficus carica* ev. roxo de valinhos infestadas por *Meloidogyne incognita*. pp. 13-20. In: Trabalhos apresentados a VI reunias Brasileira de nematologia. L.G.E. Lordello, (ed.), 8-12 feveiro de 1982, Fortaleza. Publicacao No. 6. Sociedade Brasileira de Nematologia, Piracicaba, SP, Brazil.

Hartman, K.M. and J.N. Sasser. 1987. Identification of Meloidogyne species on the basis of differential host and perineal-pattern morphology. Pp. 69-77. In: An Advanced Treatise on Meloidogyne. K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser (eds.). North Carolina State University, Raleigh, NC, USA.

Hongmei, L., X. Jianhua, S. Peigen, C. Hurui. 1999. Distribution and seasonal dynamic changes of nematode parasites in fig main growing areas in Jiangsu Province. Journal of Nanjing Agricultural University, *22*(1):38-41.

Hussey R.S. and K.R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease Reporter, 57:1025-1028.

Ismail, W.M., A.M. Rasool and Z.A.M. Al-Tememe. 2019. Evaluation the efficiency of some controlling methods on olive seedlings infected with root-knot nematodes Meloidogyne spp. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 388(1): 012009. https://doi.org/10.1088/1755-1315/388/1/012009

I.C.S.O., Iraqi Central Statistic Organization 2019. Annual Statistical Group, Ministry of Planning, Iraq.

Jamshidnejad, V., N. Sahebani and H. Etebarian. 2013. Potential biocontrol activity of *Arthrobotrys oligospora* and *Trichoderma harzianum* BI against *Meloidogyne javanica* on tomato in the greenhouse and laboratory studies. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46(13):1632-1640. https://doi.org/10.1080/03235408.2013.778476

Karssen, G. and M. Moens. 2006. Root-knot nematodes. Pp. 59-90. In*:* Plant Nematology. R.N. Perry and M. Moens, (eds.). CAB International, Wallingford, UK.

Labiadh, M., B. Mhamdi, A. Loulouand K. Sadreddine. 2023. Impact of rhizobacteria community of citrus root on *Tylenchulus semipenetrans* and on citrus plant growth. Biocontrol Science and Technology, 33(3):241-257. https://doi.org/10.1080/09583157.2023.2175785

Lee, D.W., M.G. Jeong and M.F. Kabir. 2019. Comparison of nematicidal efficacy between different species of the same genus with same host plant cyst nematodes. Journal of Nematology, 51:26-27.

Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge. 2005. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International, UK.

Meloidogyne incognita رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الكوفة، جمهورية العراق. 84 صفحة.

***[Al-Zubaidi, H.A.H.** 2022. A field survey of the plant nematode accompanying fig trees, Ficus carica, in some areas of the Middle Euphrates, and an evaluation of the losses caused by infection with the root-knot nematode Meloidogyne incognita. Master's thesis, College of Agriculture, University of Kufa, Republic of Iraq. 84 pages. (in Arabic)].*

العيساوي، محمد عبد الكاظم شدهان. 2018. المكافحة المتكاملة لمرض تدهور أشجار التين المتسبب عن المعقد المرضي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* والفطر *Fusarium solani*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الكوفة، جمهورية العراق. 84 صفحة.

***[Al-Issawi, M. A-K.S.** 2018. Integrated control of fig tree decline disease caused by the pathological complex of the root-knot nematode Meloidogyne incognita and the fungus Fusarium solani. MSc., College of Agriculture, University of Kufa, Republic of Iraq. 84 pages. (in Arabic)].*

دائرة وقاية المزروعات. 2022. اللجنة العليا لاختبار واعتماد المبيدات، النشرة السنوية للمبيدات، وزارة الزراعة، العراق.

***[Agricultural Protection Department.** 2022. Supreme Committee for Testing and Certification of Pesticides, Annual Pesticide Bulletin, Ministry of Agriculture, Iraq. (in Arabic)].*

عياش، لؤي مطر ورياض فالح السبع. 2014. مسح لأنواع وسلالات نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. المصاحبة لنباتات الباذنجان في محافظة نينوى. مجلة الانبار للعلوم الزراعية، 12: 289-301.

***[Ayyash, L.M. and R.F. Al-Sabaa.** 2014. A survey of species and strains of the root-knot nematode Meloidogyne spp. Associated with eggplant plants in Nineveh Governorate. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 12: 289-301. (in Arabic)].*

عبد الله، فهد. 2008. أمراض الجذور التي تسببها نيماتودا النبات: نيماتودا تعقد الجذور الكاذب. الصفحات 52-53 في: الفصل السابع، كتاب علم النيماتودا. جامعة الملك فيصل للعلوم الزراعية، المكتبة الزراعية الشاملة. المملكة العربية السعودية

***[Abdullah, F.** 2008. Root diseases caused by plant nematodes: False root-knot nematodes. Pages 52-53 in: Chapter Seven, Nematology Book. King Faisal University of Agricultural Sciences, Comprehensive Agricultural Library, KSA. (in Arabic)].*

Abootorabi, E. and A.R. Hamidi. 2018. To investigate the efficacy of the nematicide imicyafos (Nemakick® SL 30%) in controlling root knot nematode, *M. javanica*, in cucumber under glasshouse conditions. Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences, 5(2):143-154.

Dawabah, A.A.M., F.A. Al-Yahya and A.L. Hamzeh. 2019. Integrated management of plant-parasitic nematodes on guava and fig trees under tropical field conditions. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 29:9-12. https://doi.org/10.1186/s41938-019-0133-9

De Waele, D., A.H. McDonald and E. De Waele. 1988. Influence of seaweed concentrate on the reproduction of *Pratylenchus zeae* (Nematoda) on maize. Nematologica, 34:71-77.

Southey, J.F. 1986. Laboratory method for work with plant and soil nematodes. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Reference Book 402. Her Majesty's Stationary Office, London.

Stephan, Z.A. 1988. Newly reported hosts of root-knot nematodes in Iraq. International Nematology Network Newsletter, 5:36-43 .

Sultana, V., S. Ehteshamul-Haque, J. Ara and M. Athar. 2009. Effect of brown seaweeds and pesticides on root rotting fungi and root-knot nematode infecting tomato roots. Journal of Applied Botany and Food Quality, 83:50-53.

Taylor, A.L. and J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, USA.

Taylor, D.P. and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nemalologica, 20:268-269.

Wani, A.H. 2015. Plant growth-promoting rhizobacteria as biocontrol agents of phytonematodes. Pp. 339-362. In: Biocontrol Agents of Phytonematodes. T.H. Askary and P.R.P. Martinelli (eds.). CABI, Wallingford, UK.

Whapham, C.A., T. Jenkins, G. Blunden and S.D. Hankins. 1994. The role of seaweed extracts *Ascophyllum nodosum*, in the reduction in fecundity of *Meloidogyne javanica*. Fundamental and Applied Nematology, 17:181-183.

Malan, A. P. and A.J. Meyer. 1999. The reproduction and life cycle of a South African population of *Xiphinema index*. South African Journal for Enology and Viticulture, 20:57-60. https://doi.org/10.21548/20-2-2233

McSorley, R. 1981. Plant parasitic nematodes associated with tropical and sub-tropical fruits. Bulletin No. 823. Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.

Nosheen, S., I. Ajmal and Y. Song. 2021. Microbes as biofertilizers, a potential approach for sustainable crop production. Sustainability, 13(4):1868. https://doi.org/10.3390/su13041868

Poon, R.W., E.W. Tam, S.K. Lau, V.C. Cheng, K.Y. Yuen, R.K. Schuster and P.C. Woo. 2017. Molecular identification of cestodes and nematodes by cox1 gene real-time PCR and sequencing. Diagnostic microbiology and infectious disease, 89(3):185-190. https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2017.07.012

Qiuhong, N., H. Xiaowei, T. Baoyu, Y. Jinkui, L. Jiang, Z. Lin and Z. Keqin. 2006. *Bacillus* sp. B16 kills nematodes with a serine protease identified as a pathogenic factor. Applied Microbiology and Biotechnology, 69:722-730. https://doi.org/10.1007/s00253-005-0019-5

Sasser, J.N. and D.W. Freckman. 1987. A world perspective on Nematology: the role of the society. Pp 7-14. In: Vistas on Nematology. Society of Nematologists. J.A. Veech and D.W. Dickson (eds.). Hyattsville, Maryland, USA.

Received: May 19, 2024; Accepted: June 20, 2024

تاريخ الاستلام: 2024/5/19؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/6/20